



(19)

(11) Publication number:

11251292 A

Generated Document

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: 10050234

(51) Intl. Cl.: H01L 21/3065

(22) Application date: 03.03.98

(30) Priority:

(43) Date of application publication: 17.09.99

(84) Designated contracting states:

(71) Applicant: SONY CORP

(72) Inventor: NAGAYAMA TETSUJI

(74) Representative:

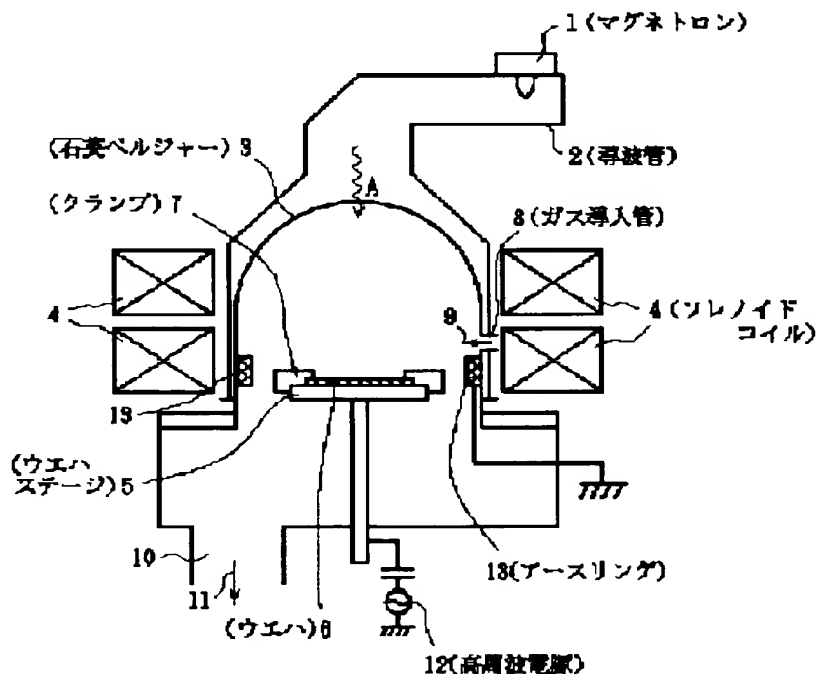
**(54) METHOD AND APPARATUS FOR TREATING WITH HALOGEN-CONTAINING GAS**

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To suppress the corrosion of a material to be etched and etcher in a dry etching process using a halogen-contg. etching gas, to efficiently conduct the etching treating process.

**SOLUTION:** In an etching chamber 3, a material 6 to be etched is dry etched using a halogen-containing an etching gas, and a high frequency discharge energy is applied only to the material 6 to be etched in the presence of O gas, etc., in the same etching chamber 3 so as to have halides existing on the material 6 to be etched removed.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(11)特許出願公開番号

特開平11-251292

(43)公開日 平成11年(1999)9月17日

N

審査請求 未請求 請求項の数26 O L (全 17 頁)

(71)出願人 000002185  
ソニー株式会社  
東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 長山 哲治  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内

(74)代理人 弁理士 逢坂 宏

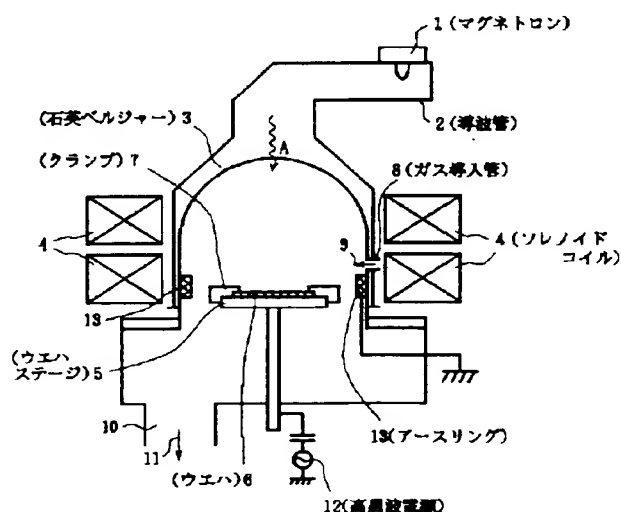
(54) 【発明の名称】 ハロゲン含有ガスによる処理方法及びその装置

(57) 【要約】

【課題】 ハロゲン含有のエッチングガスを用いたドライエッチングプロセスにおいて、被エッチング材料の腐食とエッチング装置の腐食とを抑制し、エッチング処理プロセスを効率よく行うこと。

【解決手段】 エッチング処理室3内で、ハロゲン含有のエッチングガスを用いて、被エッチング材料6にドライエッチング処理を施した後、同じ処理室3内で、酸素ガス等の存在下で、実質的に被エッチング材料6のみに高周波放電エネルギーを作用せしめることによって、被エッチング材料6に存在するハロゲン化合物を除去する。

RFバイアス印加型ECRプラズマエッチング装置



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定の処理室内で、ハロゲンを含むガスを用いて、被処理材料に所定の処理を施した後、前記処理室内で、脱ハロゲン用ガスの存在下で、実質的に前記被処理材料のみに放電エネルギーを作用せしめ、前記被処理材料に存在するハロゲンを除去する、ハロゲン含有ガスによる処理方法。

【請求項 2】 前記処理室内で、前記ハロゲンを含むガスを用いて、被加工材料を所定の微細パターンにドライエッチング加工した後、

前記処理室内で、前記脱ハロゲン用ガスの存在下で、実質的に前記被加工材料のみに高周波放電エネルギーを作用せしめ、前記被加工材料に付着するハロゲンを除去する、請求項 1 に記載したハロゲン含有ガスによる処理方法。

【請求項 3】 前記被加工材料に電極を配し、この電極と、前記被加工材料の近傍に配した電極との間に、高周波電圧を印加して前記高周波放電を生ぜしめる、請求項 2 に記載したハロゲン含有ガスによる処理方法。

【請求項 4】 前記ハロゲンを含むガスの反応性プラズマを発生せしめ、この反応性プラズマを支持電極上の前記被加工材料に作用させることによって前記ドライエッチング加工を行った後、

前記支持電極と、前記支持電極の近傍位置に配された対向電極との間に前記高周波電圧を印加して、前記反応性プラズマの発生領域とは別の領域で前記高周波放電を生ぜしめる、請求項 3 に記載したハロゲン含有ガスによる処理方法。

【請求項 5】 前記対向電極を接地する、請求項 4 に記載したハロゲン含有ガスによる処理方法。

【請求項 6】 前記被加工材料の支持電極と、この支持電極に対向配置される対向電極との間で、前記ハロゲンを含むガスの反応性プラズマを発生させ、この反応性プラズマを前記被加工材料に作用させることによって前記ドライエッチング加工を行った後、

前記支持電極のみに前記高周波電圧を印加して、前記対向電極と前記支持電極との間で、実質的に前記支持電極の近傍にのみ前記高周波放電を生ぜしめる、請求項 3 に記載したハロゲン含有ガスによる処理方法。

【請求項 7】 前記脱ハロゲン用ガスを、酸素ガス、窒素ガス、水素ガス及び不活性ガスからなる群より選ばれた少なくとも 1 種のガスとする、請求項 1 に記載したハロゲン含有ガスによる処理方法。

【請求項 8】 マグネトロンによるマイクロ波によって、前記処理のための反応性プラズマを発生させる、請求項 1 に記載したハロゲン含有ガスによる処理方法。

【請求項 9】 誘導結合コイルに印加される高周波電圧によって、前記処理のための反応性プラズマを発生させる、請求項 1 に記載したハロゲン含有ガスによる処理方法。

【請求項 10】 ヘリコン波と電子との相互作用によって、前記処理のための反応性プラズマを発生させる、請求項 1 に記載したハロゲン含有ガスによる処理方法。

【請求項 11】 前記被処理材料と対向電極との間に印加される高周波電圧によって、前記処理のための反応性プラズマを発生させる、請求項 1 に記載したハロゲン含有ガスによる処理方法。

【請求項 12】 前記被処理材料を静電チャックにより支持して前記処理を行うとき、前記放電エネルギーによって前記静電チャック時の残留電荷も除去する、請求項 1 に記載したハロゲン含有ガスによる処理方法。

【請求項 13】 半導体基板上に形成した所定の膜に前記ドライエッチング加工を施す、請求項 2 に記載したハロゲン含有ガスによる処理方法。

【請求項 14】 所定の処理室と、被処理材料に所定の処理を施すために、ハロゲンを含むガスを前記処理室内に導入する第 1 のガス導入室と、

前記処理室内で、脱ハロゲン用ガスの存在下で、実質的に前記被処理材料のみに放電エネルギーを作用せしめ、前記被処理材料に存在するハロゲンを除去する放電手段と、

前記処理室に前記脱ハロゲン用ガスを導入する第 2 のガス導入手段とを有する、ハロゲン含有ガスによる処理装置。

【請求項 15】 前記処理室内で、前記ハロゲンを含むガスを用いて、被加工材料を所定の微細パターンにドライエッチング加工した後、

前記処理室内で、前記脱ハロゲン用ガスの存在下で、実質的に前記被加工材料のみに高周波放電エネルギーを作用せしめ、前記被加工材料に付着するハロゲンを除去するように構成された、請求項 14 に記載したハロゲン含有ガスによる処理装置。

【請求項 16】 前記被加工材料に電極が配され、この電極と、前記被加工材料の近傍に配した電極との間に、高周波電圧が印加されて前記高周波放電を生ぜしめられる、請求項 15 に記載したハロゲン含有ガスによる処理装置。

【請求項 17】 前記ハロゲンを含むガスの反応性プラズマを発生せしめ、この反応性プラズマを支持電極上の前記被加工材料に作用させることによって前記ドライエッチング加工を行った後、

前記支持電極と、前記支持電極の近傍位置に配された対向電極との間に前記高周波電圧が印加され、前記反応性プラズマの発生領域とは別の領域で前記高周波放電を生ぜしめるように構成された、請求項 16 に記載したハロゲン含有ガスによる処理装置。

【請求項 18】 前記対向電極が接地される、請求項 17 に記載したハロゲン含有ガスによる処理装置。

【請求項 19】 前記被加工材料の支持電極と、この支

持電極に対向配置される対向電極との間で、前記ハロゲンを含有するガスの反応性プラズマを発生させ、この反応性プラズマを前記被加工材料に作用させることによって前記ドライエッチング加工を行った後、

前記支持電極のみに前記高周波電圧を印加して、前記対向電極と前記支持電極との間であって、実質的に前記支持電極の近傍にのみ前記高周波放電を生ぜしめるように構成された、請求項16に記載したハロゲン含有ガスによる処理装置。

【請求項20】 前記脱ハロゲン用ガスが、酸素ガス、窒素ガス、水素ガス及び不活性ガスからなる群より選ばれる少なくとも1種のガスである、請求項14に記載したハロゲン含有ガスによる処理装置。

【請求項21】 マグネトロンによるマイクロ波によって、前記処理のための反応性プラズマが発生する、請求項14に記載したハロゲン含有ガスによる処理装置。

【請求項22】 誘導結合コイルに印加される高周波電圧によって、前記処理のための反応性プラズマが発生する、請求項14に記載したハロゲン含有ガスによる処理装置。

【請求項23】 ヘリコン波と電子との相互作用によって、前記処理のための反応性プラズマが発生する、請求項14に記載したハロゲン含有ガスによる処理装置。

【請求項24】 前記被処理材料と対向電極との間に印加される高周波電圧によって、前記処理のための反応性プラズマが発生する、請求項14に記載したハロゲン含有ガスによる処理装置。

【請求項25】 前記被処理材料を静電チャックにより支持して前記処理が行われるとき、前記放電エネルギーによって前記静電チャック時の残留電荷も除去される、請求項14に記載したハロゲン含有ガスによる処理装置。

【請求項26】 半導体基板上に形成した所定の膜に前記ドライエッチング加工が施される、請求項15に記載したハロゲン含有ガスによる処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ハロゲンを含有するガスの存在下で被処理材料を処理（例えば、半導体基体におけるエッチング処理）する、ハロゲン含有ガスによる処理方法及びその装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年の超LSI (large scale integration) デバイス等に見られるように、半導体装置の高集積化及び高性能化が進展するに伴い、メモリセル縮小技術に対する要求が益々高まっている。

【0003】特にその中でも、シリコン (Si) 系材料やアルミニウム (Al) 系材料のドライエッチング工程においては、高異方性、高選択性、低ダメージ性等の諸要求のいずれをも犠牲にすることなく達成する技術の開

発が強く望まれている。

【0004】ドライエッチング工程に用いるエッチングガスとしては、一時、フロンガス等も用いられたが、近年では、 $\text{SF}_6$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{BCl}_3$ 、 $\text{HBr}$ といった各種のハロゲンを含有するガス（ハロゲン系ガス又はハロゲン含有ガスと称する。）が典型的に用いられている。これらは、何も新しいガスではないが、被エッチング材料中に存在するSi、W（タングステン）、Al等のエッチャントをいずれも含むため、被エッチング材料がSiの場合、F、Cl、Brによって $\text{SiF}_4$ 、 $\text{SiCl}_4$ 、 $\text{SiBr}_4$ を、Wの場合にはFによって $\text{WF}_6$ を、Alの場合にはClによって $\text{AlCl}_3$ をというように蒸気圧の高い生成物を形成し、従って、エッチングそのものは基本的に容易に行うことができる。

【0005】そして、単独のガス系では不足しがちな側壁保護膜形成のために、例えば、フォトレジストからの分解物やエッチング時の反応生成物を側壁保護膜として用いる等の如く、ガス系やプロセスパラメータの制御等によって、高異方性、高選択性、低ダメージ性等を確保することが図られている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のようなハロゲン系ガスを用いるドライエッチングプロセスに関していくつかの問題点が指摘されている。その中でも特に問題となっているのが、被処理材料（特に半導体基板）の腐食、及び、ドライエッチング装置の腐食である。

【0007】半導体基板（ウエハ）の腐食に関しては、特にAl系材料のコロージョン (corrosion) がよく知られている。周知のように、Al原子とCl原子とは反応性が非常に高く、 $\text{AlCl}_x$ のような化合物を形成した後、これを大気中に放出すると即座に腐食が進行してしまう。そのため、現在では、アルミニウムを含む積層構造のドライエッチング処理に用いるドライエッチング装置の多くで、インラインアッシングチェンバーを用いた残留Cl原子及びその化合物の除去処理を行っている。

【0008】しかしながら、インラインアッシングチェンバーを用いたハロゲン系生成物の除去処理は、エッチングチェンバーとは別のチェンバーに被処理材料を移送し、そのチェンバー内で処理を行わなければならない、装置コストの削減や、フットプリントの低減等の要求に相対することになる。

【0009】一方、装置の腐食については、Si系材料のエッチングプロセスで指摘されている。これは、Si系材料のエッチングプロセスでは、前述したAl系材料のエッチングプロセスのように、ハロゲン系の残留物によって即座に腐食されることがないため、多くの装置でインラインアッシングチェンバーを付設していないことに起因している。従って、半導体基体上に吸着したCl

原子やBr原子が放出されてエッチングチェンバー内壁に既に付着しているため、大気開放した際にこの付着物が水和してSi系部品を腐食させ、最悪の場合、装置の寿命を縮めたり、パーティクルの発生の根源となってしまうことがある。

【0010】もちろん、Si系材料のエッチング装置についてもインラインアッシングチェンバーを付設することも可能であるが、昨今の装置コストやフットプリントの削減要求と相対してしまい、恒久的解決策とは言えない。

【0011】そこで、Si系材料のエッチングプロセスでは、半導体基体上に存在するドライエッチング処理による残留ハロゲン（特にハロゲン系生成物）の除去を主な目的として、エッチングを行うチェンバー（処理室：以下、同様）と同じチェンバー内で、エッチング後に、残留ハロゲンを除去するための放電処理が行われている。これは、半導体基体上に残留したCl原子、Br原子等のハロゲン原子や、 $SiCl_x$ 、 $SiBr_x$ 等のハロゲン系化合物を、放電エネルギーによって生じる励起種（脱ハロゲン用ガスの反応性プラズマ又はガス原子分子）によって置換するか、或いは、その放電熱により気化させてしまうものである。

【0012】しかしながら、この場合、図21に示すような問題が生じる。それは、放電の際に、脱ハロゲン用ガスとして酸素ガスを用いた際に特に顕著である。

【0013】一般に、図21(A)に示すように、マグネトロン1によるマグネトロン放電によって発生するマイクロ波と、ソレノイドコイル4によって発生する電磁場とによって生成した高密度プラズマによって、ウエハステージ5上に配されるシリコンウエハ6をドライエッチング処理すると、ハロゲン系エッチングガスの分解やウエハの食刻等によって $SiCl_x$ 、 $SiBr_x$ などのハロゲン系の反応生成物100がエッチングチェンバー（石英ベルジャー）3の内壁部や、ウエハ6上に付着する（ウエハ上に付着したハロゲン系の反応生成物は図示省略）。

【0014】そして、図21(B)に示すように、ウエハ上のハロゲン系反応生成物の除去を目的に、ガス導入口8から導入された酸素ガス雰囲気下で、ウエハステージ（支持電極）5に対して高周波電源12からの高周波電圧を印加して放電処理を行うと、この放電による反応性プラズマがチェンバー3の内壁にも作用するので、チェンバー3の内壁に付着していた反応生成物100が $SiO_x$ 等の無機系の生成物101となり、これがウエハ6上に降り注ぐことがある（但し、図中の各生成物の厚さ、大きさは誇張して示している）。

【0015】ウエハ上に付着した $SiO_x$ 等の無機系の生成物は、パーティクルとしてウエハに固着し、例えば、コンタクトホールが塞がれる、或いは、配線間に堆積する等のように、次段処理時の加工性、ひいては作製

されるデバイスの信頼性に大きな影響を与えることになる。

【0016】すなわち、この方法では、半導体基板等の被処理材料の腐食抑制のために、同一チェンバー内で放電処理を行っているものの、処理装置内に付着しているハロゲン系反応生成物が無機系生成物へと変化し、この無機系生成物が被処理材料上に降り注ぐといった現象が生じており、信頼性の高いデバイスを得るには至っていない。

10 【0017】本発明は、上述した実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、被処理材料の腐食と装置の腐食とを防止し、信頼性の高い製品を得ると共に、ハロゲン含有ガスの存在下での例えばエッチング処理を容易に実現する、ハロゲン含有ガスによる処理方法及びその装置を提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明者は、前述の問題点に鑑みて鋭意検討を重ねた結果、特に、ハロゲン含有ガスを用いたプロセスにおいて、被処理材料の腐食及び  
20 処理装置の腐食を抑制すると同時に、信頼性の高いデバイスを得るためには、処理装置内のハロゲン系生成物が付着する部位に作用し難い放電によって、被処理材料に存在するハロゲン（特にハロゲン化物）を除去するのが好適であることを見出した。

【0019】すなわち、本発明は、所定の処理室内で、ハロゲンを含有するガスを用いて、被処理材料に所定の処理を施した後、前記処理室内で、脱ハロゲン用ガスの存在下で、実質的に前記被処理材料のみに放電エネルギーを作用せしめ、前記被処理材料に存在するハロゲンを  
30 除去する、ハロゲン含有ガスによる処理方法（以下、本発明の処理方法と称する。）に係るものである。

【0020】本発明の処理方法によれば、ハロゲンを含有するガスを用いて、半導体基体等の被処理材料に対して所定の処理（例えば、エッチング処理やCVD法による成膜処理など）を施した後、この所定の処理を行った処理室内にて、酸素ガスや窒素ガス等の脱ハロゲン用ガスの存在下、実質的に前記被処理材料のみに放電エネルギーを作用せしめると同時に、前記所定の処理によって生成するハロゲン系生成物等が付着する処理室内壁部分  
40 等には前記放電エネルギーが実質的に作用しないので、前記被処理材料に存在するハロゲン（特にハロゲン化物）のみを効率よく除去することができる。

【0021】上述したように、特に、ドライエッチング装置の腐食はSi系材料のエッチングプロセスで指摘されており、これは、Si系材料はAl系材料のように、ハロゲン系ガスによるエッチング後に半導体基体をチェンバー外に取り出した際に即座に腐食されることがないため、多くの装置でインラインアッシングチェンバーを付設していないことに起因している。

50 【0022】しかし、Si系材料でも、インラインアッ

シングチェンバーを付設しなければ、エッチング処理後の半導体基体をエッチング処理室から取り出すと、この半導体基体から飛散して装置内面に吸着していたCl原子やBr原子が大気中で水和し、エッチング装置を構成するSUS系部品等を腐食させ、最悪の場合、装置の寿命を縮めたりパーティクル大発生の根源となる。

【0023】そこで、本発明によれば、前記所定の処理を行う処理室と同じ処理室内で放電処理を行い、前記被処理材料を大気（特に酸素雰囲気）に開放せず、連続的に前記ハロゲン化物やハロゲン原子等の除去を行っている10ので、被処理材料を処理後に処理室外に取り出したとき、前記ハロゲン化物の酸化による被処理材料の腐食を防止すると同時に、前記ハロゲン原子による前記処理室の腐食を防止することができる。しかも、前記放電処理を実質的に前記被処理材料に対してのみ行う（前記処理室の内壁に対しては行わない）ので、前記所定の処理時に前記処理室内壁に付着していた前記ハロゲン化物等が剥離することもない。

【0024】従って、被処理材料の腐食と処理装置の腐食とを防止（抑制）して、信頼性の高い製品が得られると同時に、前記所定の処理と前記被処理材料に存在するハロゲンの除去処理（放電処理）とを同一処理室内で実施することができ、前記ハロゲンの除去を容易に行うことができる。

【0025】なお、本発明の処理方法において、前記「所定の処理」とは、ハロゲン含有ガスをそのエッチングガスや原料ガス等として用いる例えばドライエッチング加工処理やCVD成膜処理を意味する（以下、同様）。また、前記「放電処理」とは、脱ハロゲン用ガスの存在下で、実質的に前記被処理材料のみに放電エネルギーを作用せしめ、前記被処理材料に存在するハロゲンを除去する処理を意味する。

【0026】また、本発明は、本発明の処理方法を再現性良く実施する装置として、所定の処理室と、被処理材料に所定の処理を施すために、ハロゲンを含むガスを前記処理室内に導入する第1のガス導入室と、前記処理室内で、脱ハロゲン用ガスの存在下で、実質的に前記被処理材料のみに放電エネルギーを作用せしめ、前記被処理材料に存在するハロゲンを除去する放電手段と、前記処理室に前記脱ハロゲン用ガスを導入する第2のガス10導入手段とを有する、ハロゲン含有ガスによる処理装置（以下、本発明の処理装置と称する。）を提供するものである。

【0027】本発明の処理装置によれば、前記処理室と、半導体基体等の被処理材料に所定の処理（例えばエッチング処理やCVD法による成膜処理など）を施すためにハロゲンを含むガスを前記処理室内に導入する第1のガス導入室と、この処理室内で、酸素ガスや窒素ガス等の脱ハロゲン用ガスの存在下で、実質的に前記被15処理材料のみに放電エネルギーを作用せしめ、前記被処

理材料に存在するハロゲンを除去する放電手段と、前記処理室に前記脱ハロゲン用ガスを導入する第2のガス導入手段とを有しており、前記被処理材料のみに放電エネルギーを作用せしめ、前記所定の処理によって生成するハロゲン系生成物等が付着する処理室内壁部分等に前記放電エネルギーが実質的に作用しないので、前記被処理材料に存在するハロゲン（特にハロゲン化物）のみを効率よく除去することができ、従って、被処理材料の腐食と処理装置の腐食とを抑制して、信頼性の高い製品が得られると同時に、前記所定の処理と前記放電処理とを同一処理室内で実施することができ、前記ハロゲンの除去を簡易な構成の装置で行うことができる。

【0028】なお、本発明の処理装置において、前記第1のガス導入口と前記第2のガス導入口とは、同じ位置に配されるものであっても、異なる位置に配されるものであってもよい。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、本発明の処理方法及び本発明の処理装置（以下、「本発明」と称することがある）について、その望ましい実施の形態を説明する。

【0030】本発明においては、前記処理室内で、前記ハロゲンを含有するガスを用いて、被加工材料を所定の微細パターンにドライエッチング加工した後、前記処理室内で、前記脱ハロゲン用ガスの存在下で、実質的に前記被加工材料のみに高周波放電エネルギーを作用せしめ、前記被加工材料に付着するハロゲンを除去することが望ましい。

【0031】すなわち、本発明は、特にドライエッチング加工工程（及びその装置）に適用することが望ましく、例えば、前記処理室内で、エッチングガスとしてCl<sub>2</sub>ガス、HBrガス、BCl<sub>3</sub>ガス等のハロゲン含有ガスを用い、その存在下で、半導体基板上に設けられたSi系材料やAl系材料等の被加工材料を所定の微細パターンにドライエッチング加工した後、前記処理室と同じ室内で、酸素ガス、窒素ガス、水素ガス等の脱ハロゲン用ガスの存在下、実質的に前記被加工材料のみに高周波放電エネルギーを作用せしめることによって、前記被加工材料に付着するハロゲン（例えば、ClやBr等のハロゲン原子、AlCl<sub>x</sub>、CCl<sub>x</sub>、SiCl<sub>x</sub>及びSiBr<sub>x</sub>等のハロゲン化物）を除去することができ10る。前記高周波エネルギーは、例えば、RFバイアス13.56MHzのとき、パワー100W以上、時間5秒以上印加することが望ましい。

【0032】特に、前記被加工材料には電極を配し、この電極（以下、第1の電極と称することがある。）と、前記被加工材料の近傍に配した電極（以下、第2の電極と称することがある。）との間に高周波電圧を印加して前記高周波放電を生ぜしめることが望ましい。特に、前記第2の電極は、前記所定の処理時に処理室内壁に生じたハロゲン系生成物が存在しない部位に設けることがさ15

らに望ましい。さらに、前記第1の電極と前記第2の電極との間に印加される高周波電圧を、前記第1の電極のみに印加すれば、実質的に前記第1の電極のみに高周波放電エネルギーが作用し（つまり、前記処理室内の前記ハロゲンが付着した部分に前記放電エネルギーを作用させることなく）、従って、この第1の電極上に配される被処理材料のみに前記高周波放電エネルギーを作用せしめることが可能である。

【0033】さらに具体的には、プラズマ発生域とエッチング域とが異なるプラズマ分離型エッチング法の如く、前記ハロゲンを含むガスの反応性プラズマを発生せしめ、この反応性プラズマを支持電極上の前記被加工材料に作用させることによって前記ドライエッチング加工を行った後、前記支持電極（第1の電極）と、前記支持電極の近傍位置に配された対向電極（第2の電極）との間に前記高周波電圧を印加して、前記反応性プラズマの発生領域とは別の領域で前記高周波放電を生ぜしめることができる。この際、前記対向電極は接地（アース）することが望ましい。

【0034】または、平行平板を用いたエッチング法の如く、前記被加工材料の支持電極と、この支持電極に対向配置される対向電極との間で、前記ハロゲンを含むガスの反応性プラズマを発生させ、この反応性プラズマを前記被加工材料に作用させることによって前記ドライエッチング加工を行った後、前記支持電極のみに前記高周波電圧を印加して、前記対向電極と前記支持電極との間で、実質的に前記支持電極の近傍にのみ前記高周波放電を生ぜしめることができる。

【0035】また、本発明において、前記脱ハロゲン用ガスは、酸素ガス（ $O_2$ ）、窒素ガス（ $N_2$ ）、水素ガス（ $H_2$ ）及び不活性ガス（Ar、He等）からなる群より選ばれる少なくとも1種のガスであってよい。前記放電処理時に、これらのガスの反応性プラズマ（又は励起種、イオン等）を前記被処理材料に作用せしめることによって、前記被処理材料に存在するハロゲン（特に前記ハロゲン化合物）を、前記反応性プラズマ中の原子（又は分子）によって置換するか、或いは、その放電熱により気化できる。

【0036】前述したドライエッチング加工に用いるエッチング装置としては、マグネトロンによるマイクロ波によって前記所定の処理のための反応性プラズマを発生させる装置（例えば、有磁場マイクロ波プラズマエッチング装置、ECR（electron cyclotron resonance：電子サイクロトロン）プラズマエッチング装置など）を用いることができる。また、誘導結合コイルに印加される高周波電圧によって前記所定の処理のための反応性プラズマを発生させる装置（例えば、誘導結合プラズマエッチング装置等）を用いてもよいし、ヘリコン波と電子との相互作用によって前記所定の処理のための反応性プラズマを発生させる装置（ヘリコン波プラズマエッチング

装置等）を用いてもよい。

【0037】このように、本発明においては、特に、反応性プラズマの発生領域と被加工材料の設置領域とが分離されたプラズマ分離型のエッチング装置に適用することが望ましい。

【0038】さらに、前記被処理材料と対向電極との間に印加される高周波電圧によって、前記所定の処理のための反応性プラズマを発生させる装置（例えば、平行平板型RIE（reactive ion etching：反応性イオンエッチング）装置等）を用いてもよい。

【0039】また、本発明において、前記被処理材料を静電チャックにより支持して前記処理を行うとき、前記放電エネルギーによって前記静電チャック時の残留電荷も除去することができる。従って、本発明の処理装置においては、被処理材料を機械的に固定するクランプが設けられていることが望ましい。一般に、被処理材料（例えばウエハ）の冷却等を目的として、これに対する熱伝導性を向上させるために、被処理材料とその支持体（例えばウエハステージ）とを静電チャックによって密着、固定している。そして、更に一層の熱伝導性の向上を目的として、前記被処理材料とその支持体との間に熱伝導性の高いガス（He、 $N_2$ 等）を導入することが行われることがある（即ち、このガスによって、前記被処理材料とその支持体との間の僅かな間隙を埋めることになる）。従って、このような手法をとるとき、前記残留電荷が無くなる直前に前記熱伝導性の高いガス（裏面ガス）の導入を止めれば、前記被処理材料が浮かず済むので、必ずしも前記クランプが必要なわけではない。

【0040】さらに、本発明においては、半導体基板上に形成した所定の膜（被処理膜）に前記ドライエッチング加工を施すことができる。

【0041】前記半導体基体上の被処理膜は、例えば、後述するように、ゲート電極用ポリシリコン配線（ポリサイド配線）や、アルミニウム配線であってよい。但し、本発明は、これらの配線形成のためのエッチング工程に限定されるものではなく、ハロゲン含有ガスを用いる種々の半導体製造プロセス、例えばpウエル型CMOS半導体デバイスの製造プロセスであれば、pウエル形成のための酸化膜のエッチング、素子分離領域形成のための窒化膜のエッチング、ゲート酸化膜形成のためのエッチング、ゲート電極形成のためのエッチング、ソース・ドレイン領域形成のためのエッチング等、種々のエッチング工程に適用できる。さらに、ハロゲン含有ガスをソースガスとして用いるCVD法（例えば、バリアメタルの成膜、酸化膜の成膜、窒化ケイ素膜の成膜等）の種々の工程にも適用可能である。また、被処理材料として、半導体基体以外にも例えば、ガラス材料等のエッチング処理工程にも適用することができる。

【0042】なお、本発明において、前記被処理材料に存在するハロゲン（残留ハロゲン）を除去し、この被処



理材料を処理室から取り出した後、上述したものと同様の脱ハロゲン用ガスの雰囲気下で放電処理を行うことによって、処理室内壁に付着したハロゲン系生成物の除去を行うこともできる。

【0043】次に、図1～図4を参照に、本発明に基づく各種プラズマエッチング装置を説明する。

【0044】まず、図1のRF (radio frequency: 高周波) バイアス印加型ECRプラズマエッチング装置を説明する。

【0045】この装置において、マグネトロン1で発生したマイクロ波は、図中矢印Aに示すように、導波管2と前記処理室としての石英ベルジャー3とを介して、ウエハステージ5上のウエハ6に到達するように構成されている。また、石英ベルジャー3の周囲には、ソレノイドコイル (電磁コイル) 4が配されていて、石英ベルジャーの内部にて電磁界が発生されるように構成されており、この電磁界とマイクロ波Aとの作用によって、高密度のエッチング処理用の反応性プラズマが発生する。

【0046】また、石英ベルジャー (所定室) 3には、被加工材料としてのウエハ6の近傍に、前記第1のガス導入口及び前記第2のガス導入口としてのガス導入口8が設けられており、所定のガス9が所定の流量及び圧力にて導入されるように構成されている。従って、ウエハ6のエッチング処理時には、エッチングガスとしてのハロゲン含有ガスが導入され、また、前記放電処理時には、酸素ガス等の脱ハロゲン用ガスが導入される。さらに、ウエハステージ5は高周波電源12に接続されており、前記エッチング処理時及び前記放電処理時の電極とウエハ6の支持部材とを兼ねる支持電極として構成されている。

【0047】そして、石英ベルジャー3の内部には、実質的にウエハ6のみに高周波放電エネルギーを作用せしめ、前記所定の処理によってウエハ6上に存在するハロゲン (特にハロゲン化物) の除去を行うための放電手段を形成するアースリング13が配されている。このアースリングは、前記エッチング処理による反応性プラズマの発生領域とは別の領域で前記放電処理時の高周波放電を生ぜしめるような位置に配されており、石英ベルジャー3の内壁であって、ウエハ6及びウエハステージ5の周囲にリング状に配されている。従って、前記放電処理時には、高周波電源12から供給される高周波電力によって、ウエハステージ5とアースリング13との間に高周波放電が生じ、さらに、この高周波放電によって、ガス導入口から導入された脱ハロゲン用ガスの反応性プラズマが発生し、これがウエハ6に作用してウエハ6に存在するハロゲンの除去が達成される。

【0048】なお、ウエハ6は、ウエハステージ5上にクランプ7によって固定されており、また、エッチング処理時には静電チャックによっても固定されている。また、石英ベルジャー3にはガス排気口10が設けられて

おり、ターボ分子ポンプ等によって、石英ベルジャー3内が所定圧力となるように脱気 (排気) が行われる。さらに、アースリング13は、図示の如く接地されていてよいが、高周波電源12と接続されていてよい。

【0049】次に、図2の誘導結合プラズマ (ICP: inductively coupled plasma) タイプのエッチング装置を説明する。

【0050】この装置では、前記エッチング処理時には、高周波電源23から石英板21上に蚊取線香状に巻回された誘導結合コイル22に例えば13.56MHzの高周波 (RF) を印加すると、石英板21とウエハステージ25との間で、エッチング処理用のハロゲン含有ガスの高密度反応性プラズマが形成される。

【0051】また、処理室20には、被加工材料としてのウエハ26の近傍に、前記第1のガス導入口及び前記第2のガス導入口としてのガス導入口24が設けられており、所定のガスが所定の流量及び圧力にて導入されるように構成されている。従って、上述したRFバイアス印加型ECRプラズマエッチング装置 (図1) と同様に、前記エッチング処理時には、エッチングガスとしてのハロゲン含有ガスが導入され、また、前記放電処理時には、酸素ガス等の脱ハロゲン用ガスが導入される。さらに、ウエハステージ25は高周波電源28に接続されており、前記エッチング処理時及び前記放電処理時の電極とウエハ26の支持部材とを兼ねる支持電極として構成されている。

【0052】そして、処理室20の内部には、実質的にウエハ26のみに高周波放電エネルギーを作用せしめ、前記エッチング処理によってウエハ26上に存在するハロゲン (特にハロゲン化物) の除去を行うための放電手段を形成するアースリング29が配されている。このアースリングは、前記エッチング処理による反応性プラズマの発生領域とは別の領域で前記放電処理時の高周波放電を生ぜしめるような位置にリング状に配されており、石英板21の内壁であって、ウエハ26及びウエハステージ25の周囲に配されている。従って、前記放電処理時には、高周波電源28から供給される高周波電力によって、ウエハステージ25とアースリング29との間に高周波放電が発生し、さらに、この高周波放電によって、ガス導入口24から導入された脱ハロゲン用ガスの反応性プラズマが発生し、これがウエハ26に作用してウエハ26に存在するハロゲンの除去が達成される。

【0053】なお、ウエハ26は、ウエハステージ25上にクランプ27によって固定されており、また、エッチング処理時には、静電チャックによっても固定されている。また、処理室20には、ガス排気口30が設けられており、ターボ分子ポンプ等によって、処理室20内が所定圧力となるように脱気が行われる。さらに、アースリング29は、図示の如く接地されていてよいが、高周波電源28と接続されていてよい。



【0054】次に、図3のヘリコン波プラズマタイプのエッチング装置を説明する。

【0055】この装置において、ソース電源34によりアンテナ31にRF（例えば13.56MHz）を印加すると、ソレノイドコイル33により形成された磁場における電子との相互作用でソースチャンバー32内にホイッスラー波（ヘリコン波）が発生し、結果的に生じた高密度プラズマが、マルチポール磁石35が配されている処理室43内に配置されたウエハ37に達する機構となっている。

【0056】また、処理室43には、被加工材料としてのウエハ37の近傍に、前記第1のガス導入口及び前記第2のガス導入口としてのガス導入口41が設けられており、所定のガスが所定の流量及び圧力にて導入されるように構成されている。従って、上述したRFバイアス印加型ECRプラズマエッチング装置（図1）や誘導結合プラズマタイプのエッチング装置（図2）と同様に、前記エッチング処理時には、エッチングガスとしてのハロゲン含有ガスが導入され、また、前記放電処理時には、酸素ガスや窒素ガス等の脱ハロゲン用ガスが導入される。さらに、ウエハステージ36は高周波電源38に接続されており、前記エッチング処理時及び前記放電処理時の電極とウエハ37の支持部材とを兼ねる支持電極として構成されている。

【0057】そして、処理室43の内部には、実質的にウエハ37のみに高周波放電エネルギーを作用せしめ、前記エッチング処理によってウエハ37上に存在するハロゲン（特にハロゲン化物）の除去を行うための放電手段を形成するアースリング40が配されている。このアースリングは、前記所定の処理による反応性プラズマの発生領域とは別の領域で前記放電処理時の高周波放電を生ぜしめるような位置に配されており、処理室43の内壁であって、ウエハ37及びウエハステージ36の周囲にリング状に配されている。従って、前記放電処理時には、高周波電源38から供給される高周波電力によって、ウエハステージ36とアースリング40との間に高周波放電が発生し、さらに、この高周波放電によってガス導入口41から導入された脱ハロゲン用ガスの反応性プラズマが発生し、これがウエハ37に作用してウエハ37に存在するハロゲンの除去が達成される。

【0058】なお、ウエハ37は、ウエハステージ36上にクランプ39によって固定されており、また、エッチング処理時には、静電チャックによっても固定されている。また、前記処理室43には、ガス排気口42が設けられており、ターボ分子ポンプ等によって、処理室43内が所定圧力となるように脱気が行われる。さらに、アースリング40は、図示の如く接地されていてもよいが、高周波電源38と接続されていてもよい。

【0059】次に、図4の平行平板タイプのエッチング

【0060】この装置では特に、高周波電源56からの高周波を、下部電極となるウエハステージ51とこれに対向配置された上部電極50とに分割して印加することで、エッチング処理用の比較的高密度のプラズマをウエハ52に照射できる機構となっている。

【0061】また、被加工材料としてのウエハ52の近傍には、前記第1のガス導入口及び前記第2のガス導入口としてのガス導入口54が設けられており、所定のガスが所定の流量及び圧力にて導入されるように構成されている。従って、上述したRFバイアス印加型ECRプラズマエッチング装置（図1）や誘導結合プラズマタイプのエッチング装置（図2）、ヘリコン波プラズマタイプのエッチング装置（図3）と同様に、前記エッチング処理時には、エッチングガスとしてのハロゲン含有ガスが導入され、また、前記放電処理時には、酸素ガス等の脱ハロゲン用ガスが導入される。さらに、ウエハステージ52は高周波電源56に接続されており、前記エッチング処理時及び前記放電処理時の電極とウエハ52の支持部材とを兼ねる支持電極として構成されている。

【0062】そして、前記エッチング処理時には、上部電極50と下部電極51とにほぼ均等に高周波電圧を印加することによって、上部電極50と下部電極51との間に均一に前記エッチングガスの反応性プラズマを生じせしめ、ウエハ52のエッチングを行い、前記放電処理時には、高周波電源56から供給される高周波電力によって、ウエハステージ（下部電極）51と上部電極50との間に高周波放電が発生し、さらに、この高周波放電によってガス導入口41から導入された脱ハロゲン用ガスの反応性プラズマが発生するが、ここで、上部電極50を接地すれば、上部電極50付近では反応性プラズマのエネルギーが低く、上部電極50に堆積するハロゲン系生成物に対する前記反応性プラズマの作用（これはいわゆるスパッタに相当する）を抑制して、ウエハ52上のハロゲン系生成物のみを除去することができる。

【0063】なお、ウエハ52は、ウエハステージ（下部電極）51上にクランプ53によって固定されており、また、エッチング処理時には、静電チャックによっても固定されている。また、処理室57にはガス排気口42が設けられており、ターボ分子ポンプ等によって、所定圧力となるように脱気が行われる。

【0064】また、上述した各種エッチング装置において、図示しないが、ウエハステージ（又は下部電極）は温度制御用の冷媒（例えばフッリナート：商品名）が循環した構造となっており、更に単極式静電チャックが設置されているものとする。

【0065】

【実施例】以下、本発明を具体的な実施例について説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

【0066】実施例1

10

20

30

40

50

本実施例は、図1に示したRFバイアス型ECRプラズマエッチング装置を用いて、シリコン基板上にタングステン-ポリサイド(W-polycide)配線を作製するエッチング工程に、前記放電処理を適用した例である。

【0067】まず、本実施例で用いたサンプルは図5に示す積層構造を有するもので、シリコン基板61上に、ゲート酸化膜( $\text{SiO}_2$ )62を熱酸化で形成した後、ポリシリコン膜63を減圧CVD法で100nm厚に形成し、次いで、 $\text{WSi}_x$ 膜64をプラズマCVD法で100nm厚に形成し、さらに、フォトリジストをスピン\*10

#### <メインエッチングステップ>

ガス種及び流量	: $\text{Cl}_2 / \text{O}_2 = 75 / 6 \text{ sccm}$
圧力	: 0.4 Pa
マイクロ波出力 (2.45 GHz)	: 1200 W
RFバイアス (800 kHz)	: 70 W
ウェハ温度	: 20℃

【0070】

#### <オーバーエッチングステップ>

ガス種及び流量	: $\text{Cl}_2 / \text{O}_2 = 75 / 6 \text{ sccm}$
圧力	: 0.4 Pa
マイクロ波出力 (2.45 GHz)	: 1200 W
RFバイアス (800 kHz)	: 30 W
ウェハ温度	: 20℃
オーバーエッチ	: 40%

【0071】この際、図6に示すように、パターン側壁には $\text{SiCl}_x$ を主成分とするハロゲン系側壁保護膜66が堆積した(但し、図中の膜厚は誇張して厚く示している)。また、図示省略するが、石英ペルジヤ-3の上部内壁付近には、このハロゲン系側壁保護膜66と同じ※

#### <放電処理条件>

ガス種及び流量	: $\text{O}_2 = 20 \text{ sccm}$
圧力	: 2.0 Pa
マイクロ波出力 (2.45 GHz)	: 0 W
RFバイアス (800 kHz)	: 100 W
ウェハ温度	: 20℃
時間	: 10秒

【0073】このような放電処理条件では、図1におけるウェハステージ5とアースリング13との間に高周波放電が生じ、ウェハ6上の残留ハロゲン化合物が除去されると同時に、石英ペルジヤ-3の内壁部まではプラズマがほとんど達しなかったのでパーティクル発生は全く見られなかった。また、放電処理後のパターン側壁の堆積膜は、図7に示すように、 $\text{SiO}_x$ を主成分とする無機系側壁保護膜67へと変化した。さらに、上記条件で、静電チャック時の残留電荷除去を兼ねることができた。

【0074】その後、HF系ガスを用いた洗浄工程及びアッシング工程を組み合わせた処理により、図8に示すように、タングステン-ポリサイド配線68を良好な加工形状にて形成できた。

【0075】以上のように、本実施例によって、半導体

\*コート法によって塗布した後、エキシマステッパーを用いて0.25 $\mu\text{m}$ 幅のゲートパターンニングを行い、フォトリジスト65を所定の微細パターンに形成したものである。

【0068】この後、図1に示したエッチング装置にて、以下の条件で、 $\text{WSi}_x$ 膜64及びポリシリコン膜63(タングステン-ポリサイド)のエッチングを段階的に行ったところ、図6に示す如き形状となった。

【0069】

ガス種及び流量	: $\text{Cl}_2 / \text{O}_2 = 75 / 6 \text{ sccm}$
圧力	: 0.4 Pa
マイクロ波出力 (2.45 GHz)	: 1200 W
RFバイアス (800 kHz)	: 70 W
ウェハ温度	: 20℃

ガス種及び流量	: $\text{Cl}_2 / \text{O}_2 = 75 / 6 \text{ sccm}$
圧力	: 0.4 Pa
マイクロ波出力 (2.45 GHz)	: 1200 W
RFバイアス (800 kHz)	: 30 W
ウェハ温度	: 20℃
オーバーエッチ	: 40%

※成分のハロゲン系生成物が付着していた。

【0072】この後、同じチェンバー内で、以下のような残留ハロゲン化合物(ここでは、側壁保護膜中の $\text{SiCl}_x$ )除去のための放電処理を行ったところ、図7に示すような形状となった。

基体上に設けられたSi系材料の良好なエッチング加工が実現でき、デバイス特性及び装置信頼性を両立することができた。

#### 40 【0076】実施例2

本実施例は、図2に示した誘導結合プラズマタイプエッチング装置を用いて、シリコン基板上にタングステン-ポリサイド(W-polycide)配線を作製するエッチング工程に、前記放電処理を適用した例である。

【0077】まず、本実施例で用いたサンプルは図9に示す積層構造を有するもので、シリコン基板61上に、ゲート酸化膜( $\text{SiO}_2$ )62を熱酸化で形成した後、ポリシリコン63を減圧CVD法で100nm厚に形成し、次いで、 $\text{WSi}_x$ 膜64をプラズマCVD法で100nm厚に形成し、さらに、フォトリジストをスピンコ

17

ート法によって塗布した後、エキシマステッパーを用いて0.25 $\mu$ m幅のゲートパターンニングを行い、フォトレジスト65を所定の微細パターンに形成したものである。

【0078】この後、図2に示したエッチング装置に \*

<メインエッチングステップ>

ガス種及び流量	: Cl <sub>2</sub> / O <sub>2</sub> = 100 / 5 sccm
圧力	: 0.4 Pa
ソース出力 (13.56 MHz)	: 300 W
RFバイアス (13.56 MHz)	: 150 W
ウエハ温度	: 60℃

【0080】

<オーバーエッチングステップ>

ガス種及び流量	: Cl <sub>2</sub> / HBr / O <sub>2</sub> = 50 / 50 / 5 sccm
圧力	: 0.4 Pa
ソース出力 (13.56 MHz)	: 300 W
RFバイアス (13.56 MHz)	: 50 W
ウエハ温度	: 60℃
オーバーエッチ	: 40%

【0081】この際、図10に示すように、パターン側壁にはSiCl<sub>x</sub>、SiBr<sub>x</sub>を主成分とするハロゲン系側壁保護膜70が堆積した(但し、図中の膜厚は誇張して厚く示している)。また、図示省略するが、処理室20の上部内壁付近には、このハロゲン系側壁保護膜70※

<放電処理条件>

ガス種及び流量	: N <sub>2</sub> = 20 sccm
圧力	: 1.0 Pa
ソース出力 (13.56 MHz)	: 0 W
RFバイアス (13.56 MHz)	: 200 W
ウエハ温度	: 60℃
時間	: 5秒

【0083】このような放電処理条件では、図2におけるウエハステージ25とアースリング29との間に高周波放電が生じ、ウエハ26上の残留ハロゲン化合物が除去されると同時に、処理室20の内壁までは放電時の反応性プラズマがほとんど達しなかったため、パーティクル発生は全く無かった。また、放電処理後のパターン側壁の堆積膜は、図11に示すように、SiN<sub>x</sub>を主成分とする無機系側壁保護膜71へと変化した。さらに、上記条件で、静電チャック時の残留電荷除去を兼ねることができた。

【0084】その後、HF系ガスによる洗浄工程及びアッシング工程を組み合わせた処理により、図12に示すように、タングステン-ポリサイド配線72を良好な加工形状にて形成できた。

【0085】以上のように、本実施例によって、半導体基体上に設けられたSi系材料の良好なエッチング処理を実現でき、デバイス特性及び装置信頼性を両立することができた。

18

\*て、以下の条件で、WSi<sub>x</sub>膜64及びポリシリコン膜63(タングステン-ポリサイド)のエッチングを段階的に行ったところ、図10に示す如き形状となった。

【0079】

※0と同じ成分のハロゲン系生成物が付着していた。

【0082】この後、同じチェンバー内で、以下のような残留ハロゲン化合物(ここでは、側壁保護膜中のSiCl<sub>x</sub>、SiBr<sub>x</sub>)除去のための放電処理を行ったところ、図11に示すような形状となった。

【0086】実施例3

本実施例は、図3に示したヘリコン波プラズマエッチング装置を用いて、シリコン基板上にアルミニウム配線を作製するエッチング工程に、前記放電処理を適用した例である。

【0087】まず、本実施例で用いたサンプルは図13に示す積層構造を有するもので、シリコン基板81上にSiO<sub>2</sub>膜82をプラズマCVDで形成した後、TiNからなるバリアメタル83、アルミニウム及び銅からなるAl-Cu層84、TiNからなる反射防止膜85を、スパッタ法によってそれぞれ膜厚100/400/100nmとなるように順次形成し、さらに、フォトレジストをスピンコート法によって塗布した後、エキシマステッパーを用いて0.3 $\mu$ m幅の配線パターンニングを行い、フォトレジスト86を所定の微細パターンに形成したものである。

【0088】この後、図3に示したエッチング装置にて、以下の条件でAl配線(すなわち、バリアメタル8

3/A1-Cu層84/反射防止膜85)のエッチングを行ったところ、図14に示す形状となった。

\*【0089】

<メインエッチングステップ>

ガス種及び流量	: Cl <sub>2</sub> / BCl <sub>3</sub> = 100 / 100 sccm
圧力	: 0.5 Pa
ソース出力 (13.56 MHz)	: 1500 W
RFバイアス (400 kHz)	: 150 W
ウェハ温度	: 20℃

【0090】

10

<オーバーエッチングステップ>

ガス種及び流量	: Cl <sub>2</sub> / BCl <sub>3</sub> = 150 / 50 sccm
圧力	: 0.5 Pa
ソース出力 (13.56 MHz)	: 1500 W
RFバイアス (13.56 MHz)	: 50 W
ウェハ温度	: 20℃
オーバーエッチ	: 30%

【0091】その際、図14に示すように、パターン側壁にはAlCl<sub>x</sub>、CCl<sub>x</sub>を主成分とするハロゲン系側壁保護膜87が堆積した(但し、図中の膜厚は誇張して厚く示している)。また、図示省略するが、処理室43の上部内壁付近には、このハロゲン系側壁保護膜87※

※と同じ成分を有するハロゲン系生成物が付着していた。  
20 【0092】この後、同じチェンバー内で、以下のよう  
な残留ハロゲン化物(ここでは、側壁保護膜のAlCl<sub>x</sub>、CCl<sub>x</sub>)除去のための放電処理を行ったところ、  
図15に示すような形状となった。

<放電処理条件>

ガス種及び流量	: O <sub>2</sub> = 50 sccm
圧力	: 1.0 Pa
ソース出力 (13.56 MHz)	: 0 W
RFバイアス (400 kHz)	: 150 W
ウェハ温度	: 20℃
時間	: 10秒

【0093】このような放電処理条件では、図3におけるウェハステージ36とアースリング40との間に高周波放電が生じ、ウェハ37上の残留ハロゲン化物が除去されると同時に、処理室43の内壁までは生成した反応性プラズマがほとんど達しなかったのでパーティクル発生は全く無かった。また、放電処理後のパターン側壁の堆積膜は、図15に示すように、AlO<sub>x</sub>を主成分とする無機系側壁保護膜88へと変化した。さらに、上記条件で、静電チャック時の残留電荷除去を兼ねることができた。

【0094】その後、有機系溶剤による洗浄工程及びアッシング工程を組み合わせた処理によって、図16に示すように、アルミニウム配線90を良好な加工形状にて形成できた。

【0095】以上のように、本実施例によって、半導体基体上に設けられたAl系材料の良好なエッチング処理が実現でき、デバイス特性及び装置信頼性を両立することができた。

【0096】実施例4

本実施例は、図4に示した平行平板タイプのエッチング

装置を用いて、シリコン基板上にアルミニウム配線を作製するエッチング工程に、前記放電処理を適用した例である。

【0097】まず、本実施例で用いたサンプルは図17に示す積層構造を有するもので、シリコン基板81上にSiO<sub>2</sub>膜82をプラズマCVDで形成した後、TiNからなるバリアメタル83、アルミニウム及び銅からなるAl-Cu層84、TiNからなる反射防止膜85を、スパッタ法によってそれぞれ膜厚100/400/100nmとなるように順次形成し、さらに、フォトレジストをスピンコート法によって塗布した後、エキシマステッパーを用いて0.3μm幅の配線パターンニングを行い、フォトレジスト86を所定の微細パターンに形成したものである。

【0098】この後、図4に示したエッチング装置にて、以下の条件でAl配線(すなわち、バリアメタル83/A1-Cu層84/反射防止膜85)のエッチングを行ったところ、図18に示す形状となった。

【0099】

50

## &lt;メインエッチングステップ&gt;

ガス種及び流量 :  $\text{Cl}_2 / \text{BCl}_3 = 200 / 300 \text{ sccm}$   
 圧力 :  $5 \text{ Pa}$   
 RF出力 ( $400 \text{ kHz}$ ) :  $1500 \text{ W}$   
 上部/下部比 :  $60\% / 40\%$   
 ウエハ温度 :  $20^\circ\text{C}$

【0100】

## &lt;オーバーエッチングステップ&gt;

ガス種及び流量 :  $\text{Cl}_2 / \text{BCl}_3 = 250 / 50 \text{ sccm}$   
 圧力 :  $5 \text{ Pa}$   
 RF出力 ( $400 \text{ kHz}$ ) :  $800 \text{ W}$   
 上部/下部比 :  $60\% / 40\%$   
 ウエハ温度 :  $20^\circ\text{C}$   
 オーバーエッチ :  $30\%$

【0101】その際、図18に示すように、パターン側壁には $\text{AlCl}_x$ 、 $\text{CCl}_x$ を主成分とするハロゲン系側壁保護膜92が堆積した(但し、図中の膜厚は誇張して厚く示している)。また、図示省略するが、処理室57の内壁上部付近には、このハロゲン系側壁保護膜92と同じ成分のハロゲン系生成物が付着していた。

【0102】この後、同じチェンバー内で、以下のような残留ハロゲン化合物(ここでは、側壁保護膜の $\text{AlCl}_x$ 、 $\text{CCl}_x$ )除去のための放電処理を行ったところ、図19に示すような形状となった。

## &lt;放電処理条件&gt;

ガス種及び流量 :  $\text{Ar} = 200 \text{ sccm}$   
 圧力 :  $3 \text{ Pa}$   
 RF出力 ( $400 \text{ kHz}$ ) :  $300 \text{ W}$   
 上部/下部比 :  $0\% / 100\%$   
 ウエハ温度 :  $20^\circ\text{C}$   
 時間 :  $5 \text{ 秒}$

【0103】このような放電処理条件では、図4におけるウエハステージ(下部電極)51と上部電極50との間に高周波放電が生じ、ウエハ52上の残留ハロゲン化合物が除去されると同時に、上部電極50へはイオンエネルギーが低く、実質的に前記高周波放電が作用しなかった、つまり、処理室57の上部電極50付近に付着した堆積物のスパッタレートは抑えられたので、パーティクル発生は殆ど無かった。また、放電処理後のパターン側壁の堆積膜は、図19に示すように、 $\text{Al}$ 、 $\text{Ti}$ を主成分とする無機系側壁保護膜93へと変化した。さらに、上記条件で、静電チャック時の残留電荷除去を兼ねることができた。

【0104】その後の工程としては、有機系溶剤による洗浄工程及びアッシング工程を組み合わせた処理によって、図20に示すように、良好なアルミニウム配線94を形成できた。

【0105】以上のように、本実施例によっても、半導体基体上に設けられた $\text{Al}$ 系材料の良好なエッチング処理が実現でき、デバイス特性及び装置信頼性を両立する

ことができた。

【0106】以上、本発明を4つの実施例に基づいて説明したが、当然のことながら、本発明は上述の実施例に限定されるものではなく、エッチングプラズマ源、装置構成、サンプル構造、プロセス条件は本発明の主旨を逸脱しない範囲で適宜選択できる。

【0107】また、上述したように、本実施例では、ハロゲンを含むガスを用いたエッチングプロセスにおいて、特に半導体基板(ウエハ)の腐食を抑制するために、チェンバー内壁に作用し難い、プラズマ生成側とは別の基板側のRF放電にて半導体基板上のハロゲン化合物を除去することがポイントである。

【0108】従来、 $\text{Al}$ 系材料のエッチング処理工程では、いわゆるコロージョン防止のために、フッ素系ガスや酸素系ガスの存在下での放電処理が知られており、また、 $\text{Si}$ 系材料のエッチング工程では、ごく最近であるが、同様の放電処理が実施されはじめていた。しかしながら、どちらのエッチング処理における腐食防止のための放電も、チェンバー壁面に付着したハロゲン系反応生成物を酸化もしくは蒸気圧の低い物質に変化させる反応を伴うために、後処理工程で問題となるパーティクルが大量発生していた。

【0109】そこで、本実施例では、半導体基体上のみ主に作用し、チェンバー内壁面には作用しないような放電処理を行うことによって、前記パーティクル発生を抑えようというわけである。その際の放電は、プラズマ生成側とは別の基板側にRFを印加するもので、いわゆるカソードカップル方式になるわけである。この場合、アースとなるものの材料、表面積、位置もポイントとなってくるが、反応生成物が付着し易い壁面との位置関係も含めてチェンバーデザインを工夫すれば問題ない。具体的には、反応生成物が付着し易い反応性プラズマの生成領域と基板との距離をある程度離し、アースは基板電極周辺に配する等で十分効果がある。

【0110】また、本実施例のメリットとしては、上述したように、単極式静電チャック残留電荷除去放電ステ

20

30

40

50

ップとも組み合わせることができるので、エッチングプロセスの範囲でスループット低減は十分可能である。

【0111】なお、本実施例は、最近主に使用されている高密度プラズマ仕様のエッチング装置はもちろん、プラズマ生成側と基板側とが分かれている、いわゆるリモートプラズマ方式（プラズマ分離型のエッチング方式）のものに適用することができる。

【0112】

【発明の作用効果】本発明の処理方法によれば、ハロゲンを含有するガスを用いて、半導体基体等の被処理材料に対して所定の処理を施した後、この所定の処理を行った処理室内にて、酸素ガスや窒素ガス等の脱ハロゲン用ガスの存在下、実質的に前記被処理材料のみに放電エネルギーを作用せしめるので、前記所定の処理によって生成するハロゲン系生成物が付着する処理室内壁には前記放電エネルギーが実質的に作用せず、前記被処理材料に存在するハロゲンのみを効率よく除去することができ、従って、被処理材料の腐食と処理装置の腐食とを抑制し、信頼性の高い製品が得られると同時に、前記所定の処理と被処理材料に存在するハロゲンの除去処理とを同一処理室内で実施することができ、前記ハロゲンの除去を容易に行うことができる。

【0113】本発明の処理装置によれば、前記処理室と、半導体基体等の被処理材料に所定の処理を施すためにハロゲンを含有するガスを前記処理室内に導入する第1のガス導入室と、この処理室内で、酸素ガスや窒素ガス等の脱ハロゲン用ガスの存在下で、実質的に前記被処理材料のみに放電エネルギーを作用せしめ、前記被処理材料に存在するハロゲンを除去する放電手段と、前記処理室に前記脱ハロゲン用ガスを導入する第2のガス導入手段とを有しているので、前記放電処理を行うに際し、前記所定の処理によって生成するハロゲン系生成物等が付着する処理室内壁部分等には、前記放電エネルギーが実質的に作用せず、前記被処理材料に存在するハロゲンのみを効率よく除去することができ、従って、被処理材料の腐食と処理装置の腐食とを抑制し、信頼性の高い製品が得られると同時に、前記所定の処理と前記放電処理とを同一処理室内で実施することができ、前記ハロゲンの除去を簡易な構成の装置で行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の処理方法に使用可能なRFバイアス印加型ECRプラズマエッチング装置の要部概略図である。

【図2】同、誘導結合プラズマ(ICP)タイプエッチング装置の要部概略図である。

【図3】同、ヘリコン波プラズマタイプエッチング装置の要部概略図である。

【図4】同、平行平板タイプエッチング装置の要部概略図である。

【図5】本発明の実施例1に基づいてタングステンーボ

リサイド配線を作製する際の一作製工程を示す概略模式図である。

【図6】同、タングステンーポリサイド配線を作製する際の他の一作製工程を示す概略模式図である。

【図7】同、タングステンーポリサイド配線を作製する際の他の一作製工程を示す概略模式図である。

【図8】同、タングステンーポリサイド配線を作製する際の他の一作製工程を示す概略模式図である。

【図9】本発明の実施例2に基づいてタングステンーポリサイド配線を作製する際の一作製工程を示す概略模式図である。

【図10】同、タングステンーポリサイド配線を作製する際の他の一作製工程を示す概略模式図である。

【図11】同、タングステンーポリサイド配線を作製する際の他の一作製工程を示す概略模式図である。

【図12】同、タングステンーポリサイド配線を作製する際の他の一作製工程を示す概略模式図である。

【図13】本発明の実施例3に基づいてアルミニウム配線を作製する際の一作製工程を示す概略模式図である。

【図14】同、アルミニウム配線を作製する際の他の一作製工程を示す概略模式図である。

【図15】同、アルミニウム配線を作製する際の他の一作製工程を示す概略模式図である。

【図16】同、アルミニウム配線を作製する際の他の一作製工程を示す概略模式図である。

【図17】本発明の実施例4に基づいてアルミニウム配線を作製する際の一作製工程を示す概略模式図である。

【図18】同、アルミニウム配線を作製する際の他の一作製工程を示す概略模式図である。

【図19】同、アルミニウム配線を作製する際の他の一作製工程を示す概略模式図である。

【図20】同、アルミニウム配線を作製する際の他の一作製工程を示す概略模式図である。

【図21】通常のRFバイアス印加型ECRプラズマエッチング装置を用いてSi系材料のエッチングを行った後の装置内部の様子を示す要部概略図(A)、同装置内部に高周波放電を生ぜしめたときの様子を示す要部概略図(B)である。

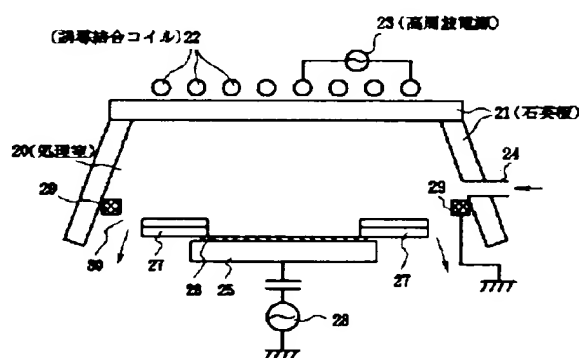
【符号の説明】

- 1…マグネトロン、2…導波管、3…石英ベルジャー(処理室)、4、33…ソレノイドコイル、5、25、36…ウエハステージ、6、26、37、52…ウエハ、7、27、39、53…クランプ、8、24、41、54…ガス導入口、9…導入ガス、10、30、42、55…ガス排出口、11…排出ガス、12、23、28、34、38、56…高周波電源、13、29、40…アースリング、20、43、57…処理室、21…石英板、22…誘導結合コイル、31…アンテナ、32…ソースチェンバー、34…ソース電源、35…マルチポール磁石、50…上部電極、51…下部電極、61…

5…反射防止膜、87… $\text{AlCl}_x$  及び  $\text{CCl}_x$  を主成分とするハロゲン系側壁保護膜、88… $\text{AlO}_x$  を主成分とする無機系側壁保護膜、90、94…アルミニウム配線、92… $\text{AlCl}_x$  及び  $\text{CCl}_x$  を主成分とするハロゲン系側壁保護膜、93…Al 及び Ti を主成分とする無機系側壁保護膜、100… $\text{SiCl}_x$  及び  $\text{SiBr}_x$  を主成分とする反応生成物、101… $\text{SiO}_x$  を主成分とする生成物

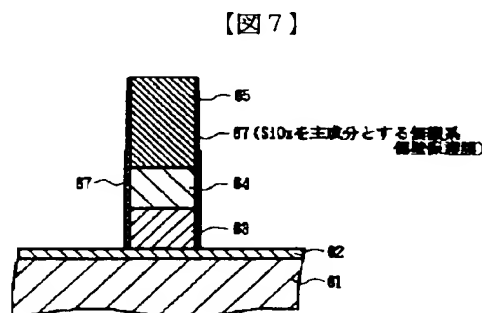
【図2】

誘導結合プラズマ（ICP）タイプのエッチング装置



【图 4】

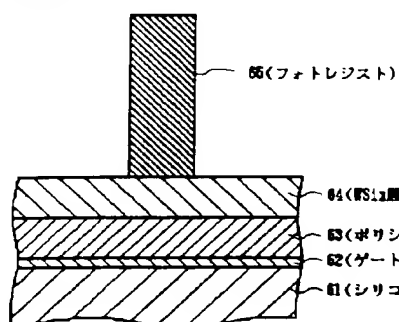
### 平行平板タイプのエッチング装置



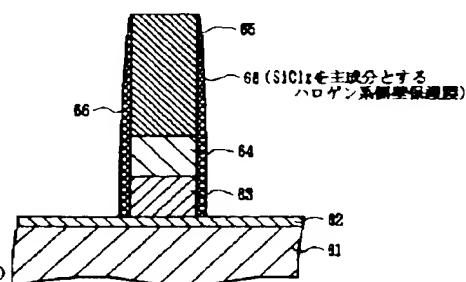


【図5】

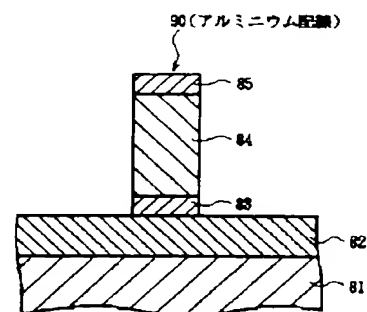
実施例1



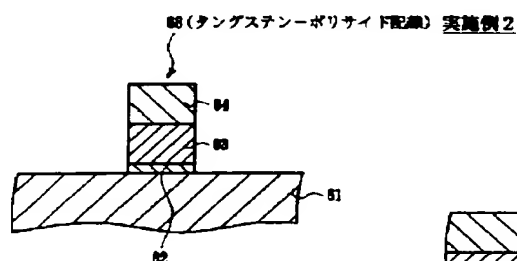
【図6】



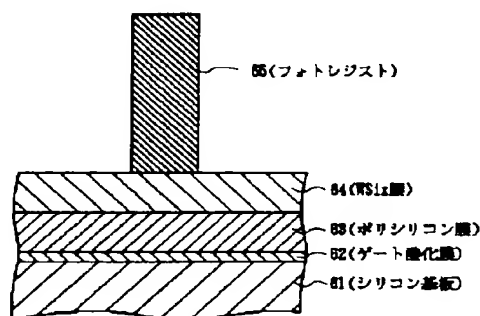
【図16】



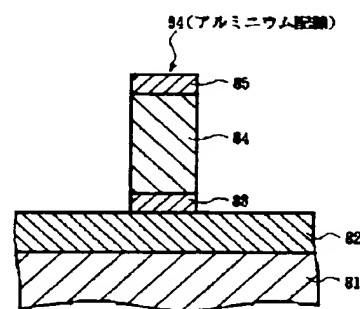
【図8】



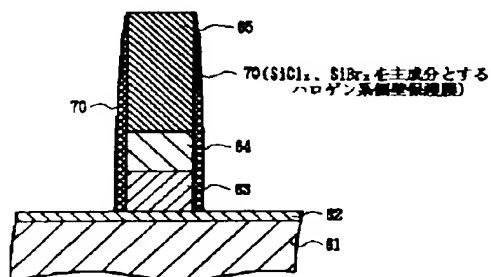
【図9】



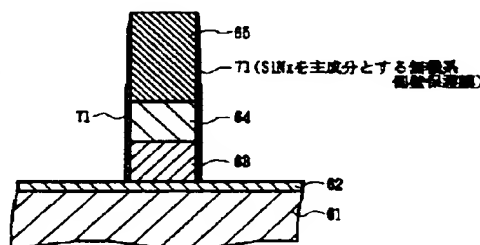
【図20】



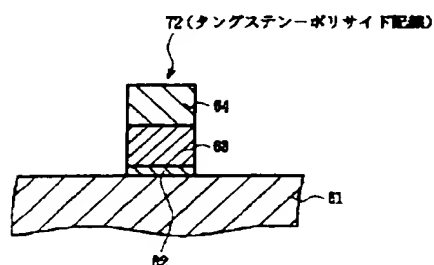
【図10】



【図11】

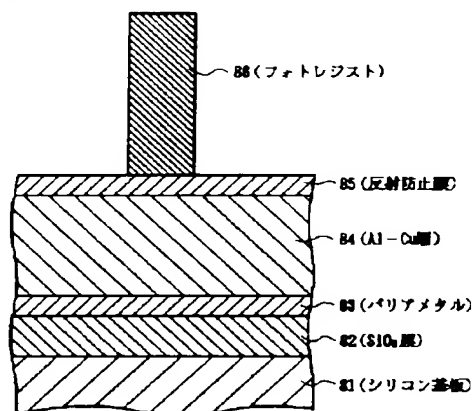


【図12】

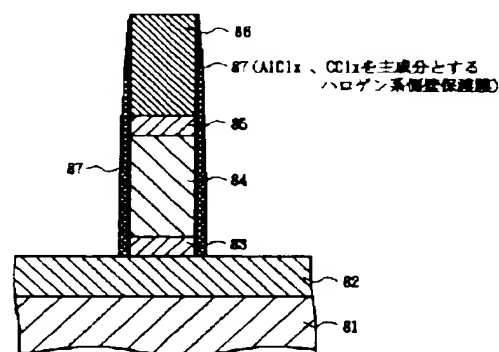


【図13】

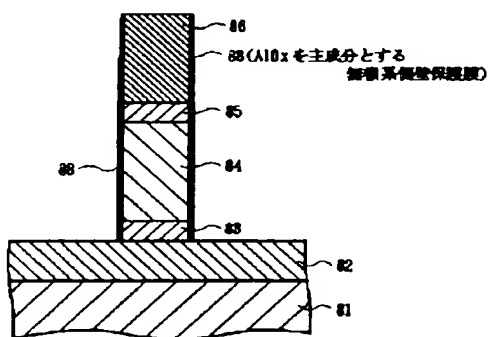
## 実施例3



【図14】

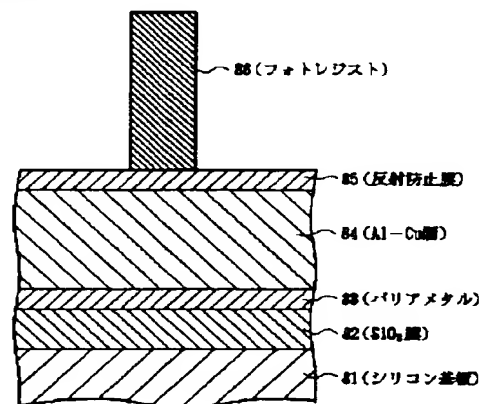


【図15】

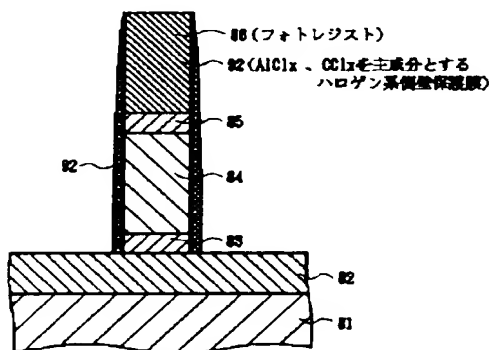


【図17】

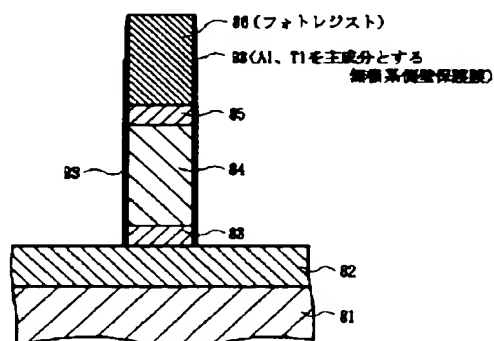
## 実施例4



【図18】



【図19】



【図21】

